



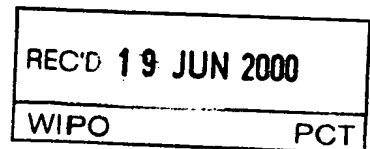
09/926489

FR00/01297

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE



Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 29 MAI 2000

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

**DOCUMENT DE
PRIORITE**

PRESENTE OU TRANSMIS
CONFORMEMENT A LA REGLE
17.1.a) OU b)

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIETE
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS Cédex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04
Télécopie : 01 42 93 59 30

THIS PAGE BLANK (USPTO)

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

Confirmation d'un dépôt par télécopie

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales.

Réserve à l'INPI DATE DE REMISE DES PIÈCES 12 MAI 1999 N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL 99 06254 DEPARTEMENT DE DÉPÔT dy DATE DE DÉPÔT 12 MAI 1999		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Cabinet BEAU DE LOMENIE 51, Avenue Jean Jaurès B.P. 7073 69301 LYON CEDEX 07 n° du pouvoir permanent 70840c14 JMT/MC références du correspondant 04.72.76.85.30 téléphone date	
2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle <input checked="" type="checkbox"/> brevet d'invention <input type="checkbox"/> demande divisionnaire <input type="checkbox"/> certificat d'utilité <input type="checkbox"/> transformation d'une demande de brevet européen <input type="checkbox"/> demande initiale <input type="checkbox"/> brevet d'invention <input type="checkbox"/> certificat d'utilité n° Établissement du rapport de recherche <input type="checkbox"/> différé <input checked="" type="checkbox"/> immédiat Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance <input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non Titre de l'invention (200 caractères maximum) Procédé et dispositif pour extraire des électrons dans le vide et cathodes d'émission pour un tel dispositif			
3 DEMANDEUR (S) n° SIREN Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON I Nationalité (s) Française Adresse (s) complète (s) 64, Boulevard du 11 Novembre 1918 69611 VILLEURBANNE CEDEX		code APE-NAF Forme juridique Pays FRANCE	
4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs <input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre Si la réponse est non, fournir une désignation séparée			
5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES <input type="checkbox"/> requise pour la 1ère fois <input type="checkbox"/> requise antérieurement au dépôt : joindre copie de la décision d'admission			
6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE pays d'origine numéro date de dépôt nature de la demande			
7 DIVISIONS antérieures à la présente demande n° date n° date			
8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (nom et qualité du signataire) J.M. THIBAUT CPI n° 94-0312		SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION A. CHAPELAIN SIGNATURE APRÈS ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI	

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

DIVISION ADMINISTRATIVE DES BREVETS

DESIGNATION DE L'INVENTEUR
(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

N° d'enregistrement national :

Réf. Mandataire : 1H708400-BFR-0014 JMT/MC

99 06 254

Titre de l'invention :

Procédé et dispositif pour extraire des électrons dans le vide et cathodes d'émission pour un tel dispositif

Le soussigné :

Cabinet BEAU DE LOMENIE
51, avenue Jean-Jaurès
B. P. 7073
69301 LYON CEDEX 07

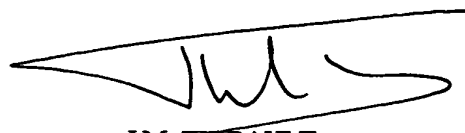
désigne en tant qu'inventeur(s) (nom, prénoms, adresse)

VU THIEN Binh
19, rue des 3 Pierres - 69007 LYON
(nationalité française)

DUPIN Jean-Pierre
8, rue Jules Kumer - 69100 VILLEURBANNE
(nationalité française)

THEVENARD Paul
9, rue Guyot - 69300 CALUIRE
(nationalité française)

LYON, le 17 juin 1999


J.M. THIBAUT
CPI - n° 94-0312
Cabinet BEAU DE LOMENIE

La présente invention concerne le domaine de l'émission d'électrons dans le vide, à partir d'une cathode au sens général.

L'objet de l'invention vise ainsi le domaine des sources d'électrons au sens général, adaptées pour être utilisées dans des dispositifs électroniques ou pour
5 permettre, notamment, la réalisation d'écrans plats.

D'une manière classique, un dispositif d'extraction d'électrons comporte une anode d'émission et une cathode situées à distance l'une de l'autre et entre lesquelles règne un vide ou un ultra-vide. L'anode et la cathode sont reliées entre elles à l'aide d'une source de polarisation permettant de les placer à un potentiel relatif donné.

10 En vue d'obtenir l'émission dans le vide d'un flux constant d'électrons à partir de la cathode, il est nécessaire d'extraire les électrons du potentiel dans lequel ils se trouvent piégés dans le matériau de la cathode. L'extraction des électrons de la cathode peut être obtenue par une technique de chauffage de la cathode, en vue d'élever l'énergie des électrons à une valeur dépassant le travail de sortie. Cette
15 technique connue sous le nom d'émission thermoïonique, possède l'inconvénient de placer la cathode à haute température (2700 K dans le cas d'une cathode en tungstène par exemple) et, par suite, de présenter une consommation d'énergie et une dissipation de chaleur relativement importantes. Par ailleurs, cette technique d'émission thermoïonique des électrons ne permet pas d'obtenir des sites localisés d'émission des
20 électrons.

Il est connu, par ailleurs, une deuxième technique d'extraction des électrons par déformation de la barrière de potentiel de surface de la cathode par un champ électrique intense. Cette technique appelée émission de champ, permet d'obtenir l'émission des électrons à une température dite froide (300 K ou moins). Un
25 inconvénient de cette technique réside dans la nécessité de mettre en oeuvre un vide important (10^{-10} Torr) pour permettre de stabiliser le courant d'émission des électrons. Par ailleurs, pour obtenir un champ électrique intense, la cathode doit présenter nécessairement une géométrie en forme de pointe dont la réalisation pratique de réseaux de pointes pose des problèmes relativement importants. De plus, cette
30 technique ne permet pas d'obtenir une émission uniforme des électrons à partir d'une surface plane.

L'analyse des techniques antérieures connues conduit à constater qu'il apparaît le besoin de disposer d'une technique permettant d'extraire des électrons, à faible température et à faible champ électrique, dans un vide à faible pression (à partir de 10^{-4} Torr), selon une surface d'émission localisée ou uniforme et ne présentant pas
5 de problèmes particuliers de réalisation pratique.

L'objet de l'invention vise à satisfaire ce besoin en proposant un procédé permettant de répondre aux différents objectifs énoncés ci-dessus.

Conformément à l'invention vise un procédé pour extraire dans le vide des électrons émis à partir d'une cathode située en relation de distance d'une anode qui est
10 placée à un potentiel donné par rapport à la cathode, à l'aide d'une source de polarisation. Selon l'invention, le procédé consiste :

- à réaliser une cathode présentant au moins une jonction entre un métal servant de réservoir d'électrons et un semi-conducteur de type n, possédant une hauteur de barrière de potentiel de quelques
15 dixièmes d'électrons volts,
- à assurer l'injection des électrons à travers la jonction métal - semi-conducteur de type n, dans le semi-conducteur possédant une épaisseur de l'ordre du libre parcours moyen des électrons dans ledit semi-conducteur, et présentant une surface d'émission pour les
20 électrons,
- et à contrôler à l'aide de la source de polarisation créant un champ électrique dans le vide, la hauteur de la barrière de potentiel de surface du semi-conducteur de type n, de manière à modifier de façon réversible, l'affinité électronique de la surface du semi-conducteur de type n, en vue de réguler l'émission vers l'anode du
25 flux d'électrons.

L'objet de l'invention vise également à proposer un dispositif pour extraire dans le vide, des électrons émis à partir d'une cathode située à distance d'au moins une anode placée à un potentiel donné par rapport à la cathode à l'aide d'une source de
30 polarisation. Selon l'invention, le dispositif comporte :

- une cathode d'émission comportant au moins une jonction entre un métal et un semi-conducteur de type n, possédant une hauteur de

barrière de potentiel de quelques dixièmes d'électrons volts, le semi-conducteur de type n, présentant une surface d'émission pour les électrons et possédant une épaisseur de l'ordre du libre parcours moyen des électrons dans ledit semi-conducteur,

- 5 - et une source de polarisation créant un champ électrique dans le vide permettant de régler la hauteur de la barrière de potentiel de surface du semi-conducteur de type n, c'est-à-dire à modifier de façon réversible l'affinité électronique de la surface du semi-conducteur du type n, en vue de régler l'émission du flux d'électrons.

10 Un autre objet de l'invention est d'offrir une nouvelle cathode d'émission d'électrons pour un dispositif d'extraction dans le vide comportant :

- une première partie formant réservoir d'électrons et formée par au moins une couche métallique,
- 15 - et une deuxième partie formant milieu de conduction pour les électrons et formée par un semi-conducteur du type n, définissant avec la couche métallique, une jonction métal - semi-conducteur possédant une hauteur de barrière de potentiel de quelques dixièmes d'électrons volts, le semi-conducteur de type n, possédant une épaisseur de l'ordre du libre parcours moyen des électrons dans ledit
- 20 semi-conducteur et présentant une surface d'émission pour les électrons.

Diverses autres caractéristiques ressortent de la description faite ci-dessous en référence aux dessins annexés qui montrent, à titre d'exemples non limitatifs, des formes de réalisation et de mise en oeuvre de l'objet de l'invention.

25 La **fig. 1** est un schéma de principe illustrant un dispositif d'extraction des électrons dans le vide, conforme à l'invention.

La **fig. 2** est un diagramme des bandes d'énergie permettant d'explicitier le principe de l'invention.

30 Les **fig. 3, 4 et 5** sont des diagrammes des bandes d'énergie de la cathode obtenues selon trois phases caractéristiques du procédé selon l'invention.

La **fig. 6** est une courbe illustrant la variation du courant obtenu en fonction de l'application de la tension de polarisation.

La fig. 7 est un schéma illustrant l'évolution du courant d'émission obtenu en fonction du temps, pour différentes valeurs de la tension de polarisation.

Les fig. 8, 9 et 10 illustrent différentes variantes de réalisation d'une cathode plane permettant la mise en oeuvre du procédé selon l'invention.

5 Tel que cela ressort de la fig. 1, l'objet de l'invention concerne un dispositif 1 permettant d'extraire des électrons dans le vide, comportant une cathode d'émission 2 située à distance d'au moins une anode 3 qui, dans l'exemple illustré, constitue une anode de réception des électrons émis par la cathode 2. La cathode 2 et l'anode 3 définissent entre elles un volume 4 dans lequel règne un vide (10^{-4} à 10^{-8} Torr) ou l'ultra-vide (10^{-8} à
10 10^{-12} Torr). Le dispositif d'extraction 1 comporte également une source de polarisation 5 permettant de placer la cathode 2 à un potentiel donné par rapport à l'anode 3. La réalisation pratique du dispositif d'extraction 1 n'est pas décrite plus précisément dans la suite de la description, dans la mesure où elle est bien connue de l'état de la technique.

Conformément à l'invention, le dispositif d'extraction 1 comporte une cathode
15 d'émission 2 comportant une première partie 7 formant un réservoir d'électrons et constituée par au moins une couche métallique. La cathode d'émission 2 comporte également une deuxième partie 8 formant un milieu de conduction pour les électrons injectés. Le milieu de conduction 8 est formé par un semi-conducteur de type n, définissant avec la couche métallique 7, une jonction électronique 9 métal - semi-
20 conducteur (Schottky). Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, cette jonction Schottky 9 possède une hauteur de barrière de potentiel de quelques dixièmes d'électrons volts, c'est-à-dire comprise entre 0,05 et 1 eV et, de préférence, de l'ordre de 0,1 eV. Les caractéristiques de cette jonction Schottky imposent le choix du couple de matériaux adéquates métal 7 et semi-conducteur 8 de type n. Par
25 exemple, pour un métal 7 qui est le platine, la couche semi-conductrice 8 peut être soit du SiC (carbure de silicium) de type n, soit du TiO₂ (rutile) de type n, obtenus par pulvérisation.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, le semi-
conducteur de type n, présente une surface d'émission 11 pour les électrons extraits
30 dans le vide 4. Le semi-conducteur 8 présente une épaisseur définie entre la jonction Schottky 9 et la surface d'émission 11, égale sensiblement au libre parcours moyen des électrons dans le semi-conducteur 8, par exemple, de l'ordre de 5 nm pour des

couches semi-conductrices de SiC (carbure de silicium) de type n ou de TiO₂ (oxyde de titane ou rutile) de type n sur une couche métallique de platine.

La fig. 2 illustre les bandes d'énergie de la couche métallique 7 et du semi-conducteur 8 par rapport au vide 4, lorsqu'ils se trouvent séparés l'un de l'autre. La couche métallique 7 présente un niveau de Fermi E_f et un travail de sortie Φ_m entre le niveau de Fermi et le niveau V_0 du potentiel du vide 4. Le semi-conducteur 8 présente une bande interdite de largeur E_g , une bande de conduction de niveau E_c , un niveau de Fermi E_f , ainsi qu'une affinité électronique χ par rapport au niveau V_0 du potentiel du vide 4. Lors de la réalisation de la jonction Schottky entre la couche métallique 7 et le semi-conducteur 8 de type n, il se produit un ajustement d'énergie conduisant à un même niveau de Fermi et de potentiel du vide 4. Ainsi, tel que cela ressort de la fig.3, la cathode 2 ainsi réalisée présente une couche métallique 7 avec un niveau de Fermi E_f et définissant avec le semi-conducteur 8 de type n, une jonction Schottky 9. A la surface 11 du semi-conducteur 8, il existe une barrière de potentiel de surface V_p .

Le dispositif d'extraction 1 selon l'invention est avantageusement mis en oeuvre de la manière suivante.

Il doit être considéré que la polarisation de la cathode 2 par rapport à l'anode 3 conduit à l'apparition d'un champ électrique F dans le vide 4. Conformément au procédé selon l'invention, il est prévu de contrôler la hauteur de la barrière de potentiel de surface V_p du semi-conducteur 8, de manière à modifier de façon réversible, l'affinité électronique de la surface du semi-conducteur 8, en vue de réguler l'émission des électrons vers l'anode. Il peut ainsi être distingué trois comportements caractéristiques de la cathode par rapport à la valeur du champ électrique F créé dans le vide à l'aide de la source de polarisation 5, illustrés plus particulièrement aux fig. 3 à 5.

La fig. 3 illustre un premier comportement de l'anode 2 pour laquelle la tension appliquée par la source de polarisation 5 est inférieure à une valeur de seuil V_s , à partir de laquelle il peut être mesuré un courant d'électrons. Pour cette valeur de tension, il est appliqué un champ électrique F conduisant à un premier abaissement a_1 de la hauteur de la barrière de potentiel de surface résultant de la courbure de bande

due à la pénétration du champ électrique F dans le semi-conducteur 8. Il est obtenu également un abaissement a_2 de la hauteur de la barrière de potentiel de surface du semi-conducteur en raison de l'effet Schottky. Il est à noter que la présence du champ électrique F conduit également à une déformation de la barrière du potentiel de surface du semi-conducteur 8. Dans l'exemple illustré à la fig. 3, l'abaissement du potentiel total ($a_1 + a_2$) de la barrière de potentiel de surface V_p du semi-conducteur, obtenu par un champ électrique donné correspondant à une tension faible et inférieure à la tension de seuil V_s , n'est pas suffisante pour permettre l'émission d'électrons. La barrière de potentiel de surface V_p est donc trop haute pour permettre l'émission d'électrons dans le vide 4. Les électrons injectés à travers la jonction électronique 9 se trouve piégés à l'intérieur du semi-conducteur 8. Il doit être considéré que la hauteur de la barrière de potentiel de surface du semi-conducteur de type n , est supérieure au niveau des états occupés par les électrons dans le semi-conducteur 8. La fig. 6 montre dans la partie A de la courbe de courant I en fonction du potentiel V de la source 5, la caractéristique de courant obtenu selon cette première phase de fonctionnement.

La fig. 4 illustre une autre phase caractéristique du comportement de l'anode 2 pour une tension de polarisation appliquée, supérieure à la tension de seuil V_s . Le champ électrique F ainsi créé est tel que la hauteur de la barrière de potentiel de surface V_p du semi-conducteur 8 est sensiblement égale au niveau des états occupés par les électrons dans le semi-conducteur. L'abaissement ($a_1 + a_2$) de la hauteur de la barrière de potentiel de surface V_p du semi-conducteur est suffisant pour permettre la sortie par effet tunnel, des électrons. Il est ainsi obtenu une surface d'émission 11 à faible affinité électronique. Le courant d'émission de champ I qui est illustré par la partie B de la courbe de la fig. 6, est gouverné par la relation de Fowler Nordheim caractéristique de l'émission d'électrons par effet tunnel.

La fig. 5 illustre un troisième comportement caractéristique de la cathode lorsque la tension de polarisation V est très supérieure à la tension de seuil V_s . La tension de polarisation V est telle que le champ électrique créé F est adapté de manière que la hauteur de la barrière de potentiel de surface V_p du semi-conducteur 8 soit inférieure au niveau des états occupés par les électrons dans le semi-conducteur 8. Il est ainsi obtenu une surface d'émission 11 à affinité électronique négative. Le mécanisme d'émission des électrons relève d'une émission thermoïonique en considérant que l'injection des électrons

est obtenue à partir de la jonction 9 métal - semi-conducteur. La partie C de la courbe de la fig. 6 illustre la forme du courant I en fonction de la tension V appliquée pour ce troisième mode de fonctionnement. Il doit être considéré que l'émission de courant fonctionnant en régime thermoionique, n'est pas sensible aux petites variations de la barrière de vide dues à l'adsorption. Tel que cela apparaît plus précisément sur la fig. 7, la stabilité du courant augmente avec l'accroissement de la tension de polarisation V parce que l'injection d'électrons n'est pas affectée par les modifications susceptibles d'apparaître dans le vide 4.

Le procédé selon l'invention permet ainsi de réguler l'émission du flux d'électrons à partir du contrôle de la hauteur de la barrière de potentiel de surface V_p du semi-conducteur 8, qui est directement liée à la valeur de la tension de polarisation V . Il doit être compris que la technique de l'invention résulte de deux mécanismes en série. La première phase consiste à assurer l'injection d'électrons à travers la jonction 9 métal - semi-conducteur, dans ledit semi-conducteur. La deuxième phase consiste à assurer l'émission d'électrons à partir de la surface du semi-conducteur qui présente une affinité électronique résultant de la pénétration du champ électrique F dans ledit semi-conducteur. En fonction de la valeur du champ électrique F , il peut être obtenu une surface d'émission n'émettant pas d'électrons (fig. 3), présentant une affinité électronique faible (fig. 4) ou négative (fig. 5).

Un avantage de la technique selon l'invention est de présenter une interface d'injection qui est une jonction solide entre un métal et un semi-conducteur. L'injection d'électrons est donc protégée des influences de l'environnement, telles que les phénomènes d'adsorption, de désorption, les bombardements ioniques, etc. Par ailleurs, la surface d'émission de la cathode est une surface à affinité électronique faible ou négative. L'émission d'électrons n'est pratiquement pas sensible aux influences de l'environnement, telles que les phénomènes d'adsorption, de désorption, les bombardements ioniques, etc. Par ailleurs, il est à noter que le courant d'émission est très sensible à la température de sorte qu'il peut être prévu d'assurer le contrôle de la température de la cathode afin de régler le flux du faisceau d'électrons émis.

De la description qui précède, il ressort que la surface d'émission est directement dépendante de la distribution du champ électrique sur la surface d'émission 11 de la cathode. Aussi, la présence de protubérances ou de saillies sur la face d'émission 11 permet

de confiner l'émission des électrons au niveau de ses protubérances. Bien entendu, il peut aussi être envisagé que l'émission des électrons s'effectue à partir d'une surface plane.

Les fig. 8 à 10 décrivent différents exemples de réalisation d'une cathode 2 pour la mise en oeuvre du procédé d'extraction conforme à l'invention. Selon un avantage de l'invention, la cathode 2 peut être réalisée à partir des technologies planaires classiques de fabrication en micro-électronique.

La fig. 8 décrit une cathode 2 comportant une première partie formant un réservoir d'électrons et constituée par une couche métallique 7 portée par un substrat 13 métallique, semi-conducteur ou isolant. La couche métallique 7 est revêtue d'une couche d'un semi-conducteur 8 de type n permettant de constituer la jonction Schottky 9. La couche semi-conductrice 8, réalisée par les technologies classiques de dopage en micro-électronique, telles que par implantation ionique ou par un dépôt, par exemple de type CVD, pulvérisation, évaporation, sous vide ou PVD. Dans cet exemple de réalisation, la surface d'émission 11 est sensiblement plane. Selon une autre forme de réalisation découlant de celle illustrée à la fig. 9, il est prévu de réaliser une surface d'émission 11 présentant des protubérances ou des saillies 14 en des endroits déterminés. A cet effet, il est prévu de réaliser un substrat 13 en un semi-conducteur ou en métal dont la face destinée à recevoir la couche métallique 7 est gravée par des techniques de lithographie, de manière à permettre la réalisation de protubérances, destinées à recevoir en superposition, la couche métallique 7 et la couche de semi-conducteur 8 de type n. Tel que cela apparaît clairement sur la fig. 9, l'élément semi-conducteur 8 présente ainsi une surface d'émission 11 présentant des zones localisées 14 pour un confinement spatial des électrons d'émission au niveau de l'extrémité de ses protubérances 14.

La fig. 10 illustre une autre variante de réalisation d'une cathode 2 conforme à l'invention comportant une couche métallique 7 déposée sur un substrat isolant 13. L'ensemble ainsi constitué est soumis à un bombardement ionique pour permettre l'apparition de protubérances en forme de pointes 15 et formant un élément 8 semi-conducteur de type n. Il apparaît ainsi une jonction 9 métal - semi-conducteur au niveau de la protubérance traversant la couche métallique 7.

Le dispositif d'extraction d'électrons selon l'invention trouve de nombreuses applications dans le domaine de l'électronique, notamment pour constituer une source

pour composants électroniques sous vide ou pour réaliser des écrans plats. Dans l'application de l'objet de l'invention à la fabrication d'écrans plats, il peut être prévu classiquement de mettre en oeuvre une première électrode d'extraction des électrons placée en relation de proximité de l'anode et laissant passer les faisceaux d'électrons dont l'intensité est modulée localement pour chaque pixel de l'écran. Ces faisceaux sont récupérés par une anode de réception placée en aval de l'anode d'extraction par rapport à la cathode d'émission. Il est noter que la réalisation du substrat 13 portant la couche métallique 7 en un matériau semi-conducteur, offre la possibilité d'intégrer dans le substrat, des composants électroniques actifs pour contrôler localement l'émission des électrons.

L'objet de l'invention trouve une autre application particulièrement avantageuse pour la production de faisceaux d'électrons parallèles et uniformes pour la lithographie électronique à projection.

Dans les exemples de réalisation décrits en relation des fig. 8 à 10, le substrat 13 présente une géométrie plane. Une telle géométrie est particulièrement adaptée pour les dispositifs nécessitant une source d'électrons planaire (par exemple écrans plats de dimensions pouvant atteindre le m^2 ou plus, des composants électroniques de dimensions plus réduites de l'ordre du mm^2 ou de plusieurs dizaines de cm^2). Bien entendu, le substrat 13 peut présenter d'autres types de géométries en fonction de leur application. Par exemple, le substrat 13 peut posséder une géométrie du type pointe individuelle ou tête d'épingle individuelle pour la réalisation des cathodes dans les canons à électrons individuels. Ces canons sont utilisés notamment dans les microscopes électroniques ou les tubes cathodiques.

L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et représentés, car diverses modifications peuvent y être apportées sans sortir de son cadre.

REVENDECATIONS :

1 - Procédé pour extraire dans le vide (4), des électrons émis à partir d'une cathode (2) située en relation de distance d'une anode (3) qui est placée à un potentiel donné par rapport à la cathode, à l'aide d'une source de polarisation (5), caractérisé en

5 ce qu'il consiste :

- à réaliser une cathode (2) présentant au moins une jonction (9) entre un métal (7) servant de réservoir d'électrons et un semi-conducteur (8) de type n, possédant une hauteur de barrière de potentiel de quelques dixièmes d'électrons volts,
- 10 - à assurer l'injection des électrons à travers la jonction (9) métal - semi-conducteur, dans le semi-conducteur (8) de type n possédant une épaisseur de l'ordre du libre parcours moyen des électrons dans ledit semi-conducteur, et présentant une surface d'émission (11) pour les électrons,
- 15 - et à contrôler à l'aide de la source de polarisation (5) créant un champ électrique dans le vide, la hauteur de la barrière de potentiel de surface (V_p) du semi-conducteur de type n, de manière à modifier de façon réversible, l'affinité électronique de la surface du semi-conducteur de type n, en vue de réguler l'émission vers l'anode
- 20 du flux d'électrons.

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à régler la source de polarisation (5), en vue de créer un champ électrique adapté de manière que la hauteur de la barrière de potentiel de surface (V_p) du semi-conducteur de type n soit supérieure au niveau des états occupés par les électrons dans le semi-conducteur

25 de type n, en vue d'obtenir une surface d'émission n'émettant pas d'électrons.

3 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à régler la source de polarisation (5), en vue de créer un champ électrique adapté de manière que la hauteur de la barrière de potentiel de surface (V_p) du semi-conducteur de type n soit sensiblement égale au niveau des états occupés par les électrons dans le semi-

30 conducteur du type n, en vue d'obtenir une surface d'émission à faible affinité électronique.

4 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à régler la source de polarisation (5), en vue de créer un champ électrique adapté de manière que la hauteur de la barrière de potentiel de surface du semi-conducteur de type n soit inférieure au niveau des états occupés par les électrons dans le semi-conducteur de type n, en vue d'obtenir une surface d'émission à affinité électronique négative.

5 - Procédé selon l'une des revendications 1, 3 ou 4, caractérisé en ce qu'il consiste à assurer le contrôle de la température de la cathode (2), afin de régler le flux du faisceau d'électrons émis.

6 - Dispositif pour extraire dans le vide, des électrons émis à partir d'une cathode (2) située à distance d'au moins une anode (3) placée à un potentiel donné par rapport à la cathode à l'aide d'une source de polarisation (5), caractérisé en ce qu'il comporte :

- une cathode d'émission (2) comportant au moins une jonction (9) entre un métal (7) et un semi-conducteur (8) de type n, possédant une hauteur de barrière de potentiel de quelques dixièmes d'électrons volts, le semi-conducteur de type n, présentant une surface d'émission pour les électrons et possédant une épaisseur de l'ordre du libre parcours moyen des électrons dans ledit semi-conducteur,
- et une source de polarisation créant un champ électrique dans le vide permettant de régler la hauteur de la barrière de potentiel de surface du semi-conducteur de type n, c'est-à-dire de modifier de façon réversible l'affinité électronique de la surface du semi-conducteur de type n, en vue de régler l'émission du flux d'électrons.

7- Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte une électrode d'extraction des électrons suivie d'une anode de réception des électrons extraits.

8 - Cathode d'émission d'électrons pour un dispositif d'extraction dans le vide d'un faisceau d'électrons, conforme à la revendication 6 ou 7, caractérisée en ce qu'elle comporte :

- une première partie formant réservoir d'électrons et formée par au moins une couche métallique (7),

5 - et une deuxième partie formant milieu de conduction pour les électrons injectés dans la couche métallique et formée par un semi-conducteur (8) de type n, définissant avec la couche métallique, une jonction (9) métal - semi-conducteur possédant une hauteur de barrière de potentiel de quelques dixièmes d'électrons volts, le semi-conducteur de type n, possédant une épaisseur de l'ordre du libre parcours moyen des électrons dans ledit semi-conducteur et présentant une surface d'émission (11) pour les électrons.

10 9 - Cathode d'émission selon la revendication 8, caractérisée en ce que la jonction électronique possède une hauteur de barrière de potentiel comprise entre 0,05 eV et 0,5 eV et, de préférence, de l'ordre de 0,1 eV.

 10 - Cathode selon la revendication 8, caractérisée en ce que la première partie formant réservoir d'électrons est formée par une couche métallique (7) portée par un substrat (13) métallique, semi-conducteur ou isolant.

15 11 - Cathode selon la revendication 8, caractérisée en ce que le semi-conducteur (8) de type n possède une surface d'émission (11) pour les électrons, sensiblement plane.

20 12 - Cathode selon la revendication 8, caractérisée en ce que le semi-conducteur (8) de type n, possède une surface d'émission (11) pour les électrons, présentant des protubérances (14, 15) permettant une émission confinée des électrons en regard de chacune d'entre elles.

25 13 - Cathode selon la revendication 11, caractérisée en ce que le semi-conducteur (8) de type n, possède une surface d'émission (11) pour les électrons présentant des protubérances (14) réalisées par des techniques de lithographie en des endroits déterminés.

 14 - Cathode selon la revendication 11, caractérisée en ce que le semi-conducteur (8) de type n, possède une surface d'émission pour les électrons présentant des protubérances (15) en forme de pointe, obtenues par un bombardement ionique de la couche métallique déposée sur un substrat isolant.

30 15 - Cathode selon la revendication 8, caractérisée en ce que la première partie formant réservoir d'électrons est formée par une couche métallique (7) portée

par un substrat semi-conducteur dans lequel sont aménagés des composants actifs pour contrôler localement l'émission des électrons.

5 **16** - Cathode selon la revendication 10, caractérisée en ce que le substrat (13) possède une géométrie de pointe individuelle ou en tête d'épingle pour des canons à électrons individuels.

17 - Application d'une cathode selon l'une des revendications 10 à 15, à la production de faisceaux d'électrons parallèles et uniformes pour la lithographie électronique à projection.

10 **18** - Application d'une cathode selon l'une des revendications 10 à 15, à la production de faisceaux d'électrons parallèles dont l'intensité est modulée localement pour chaque pixel d'un écran plat.

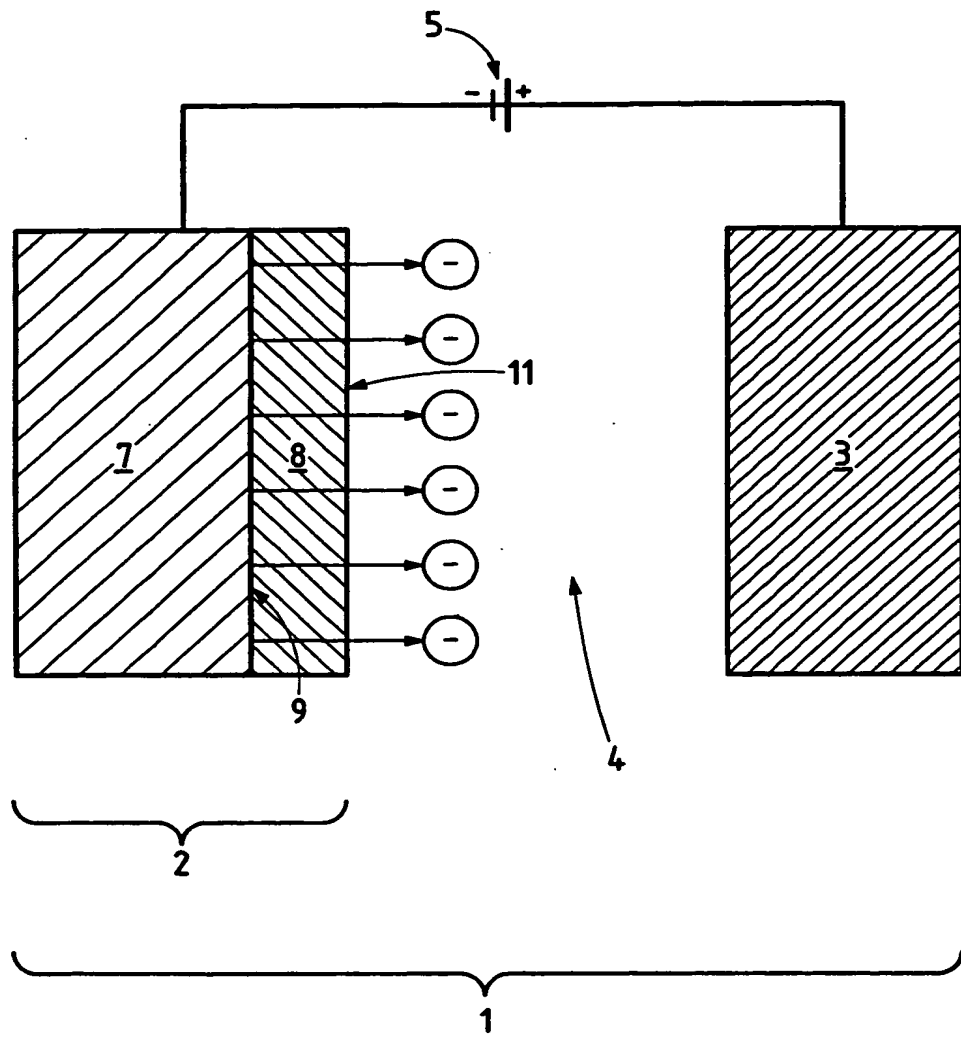


FIG.1

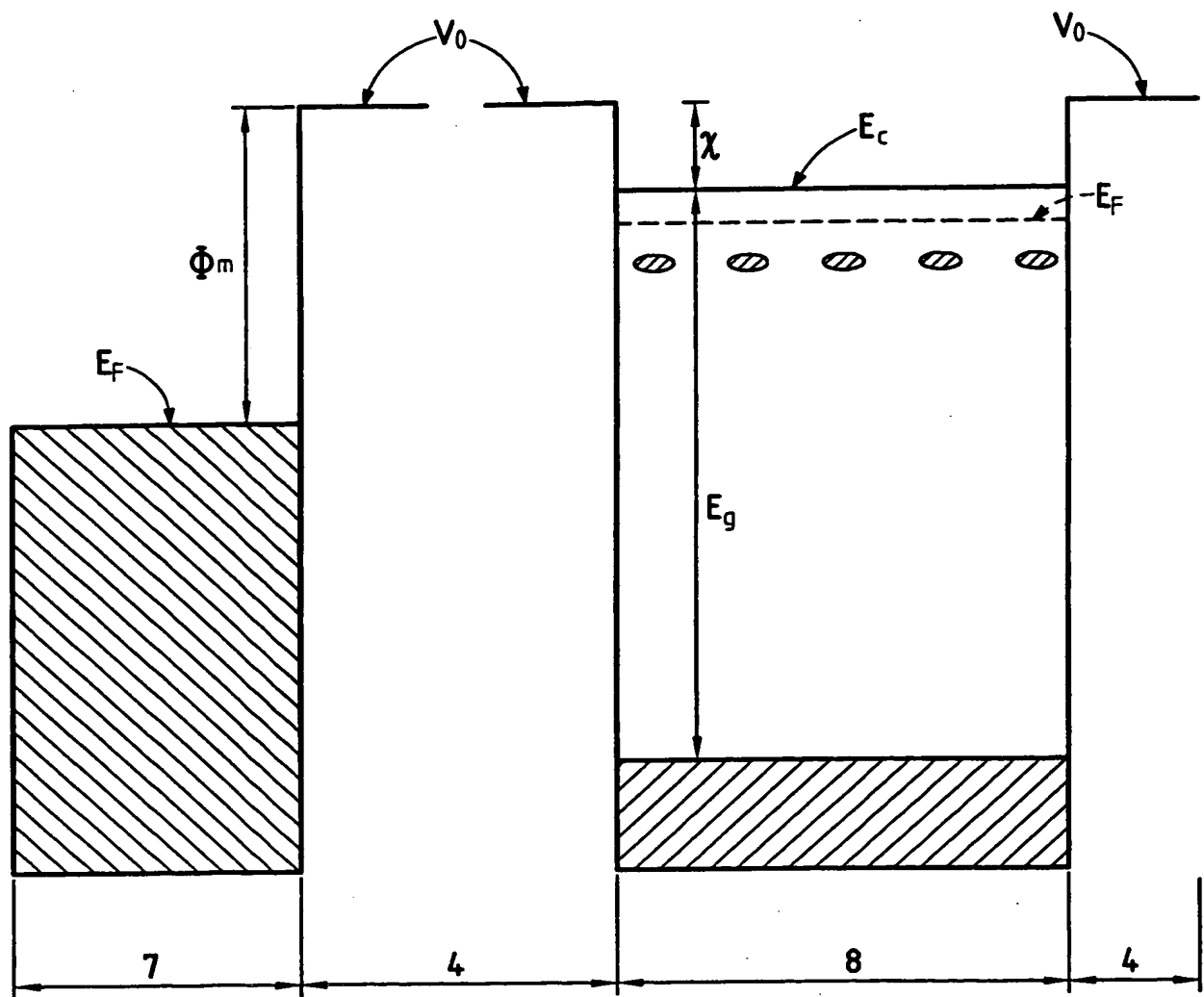


FIG.2

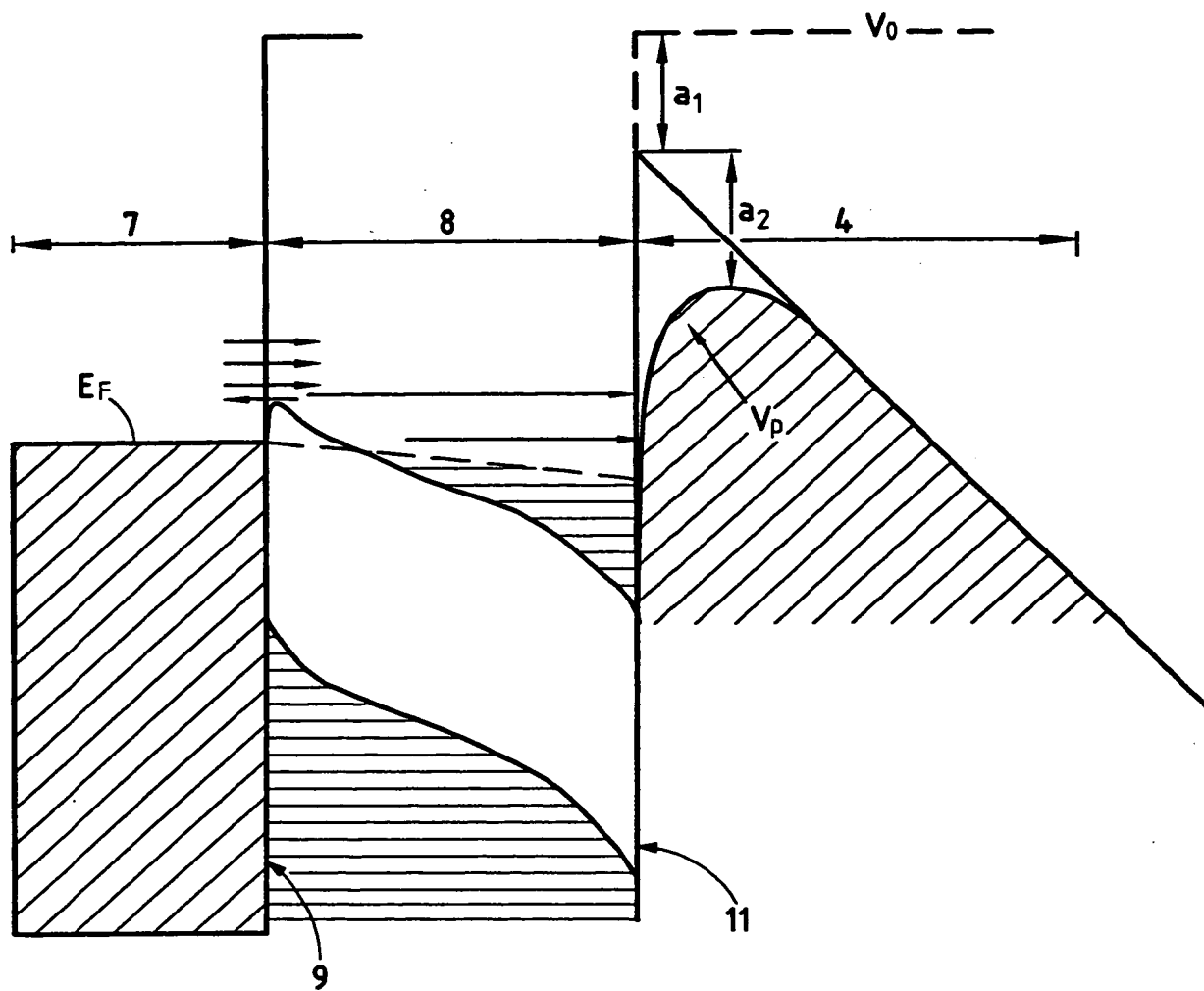


FIG.3

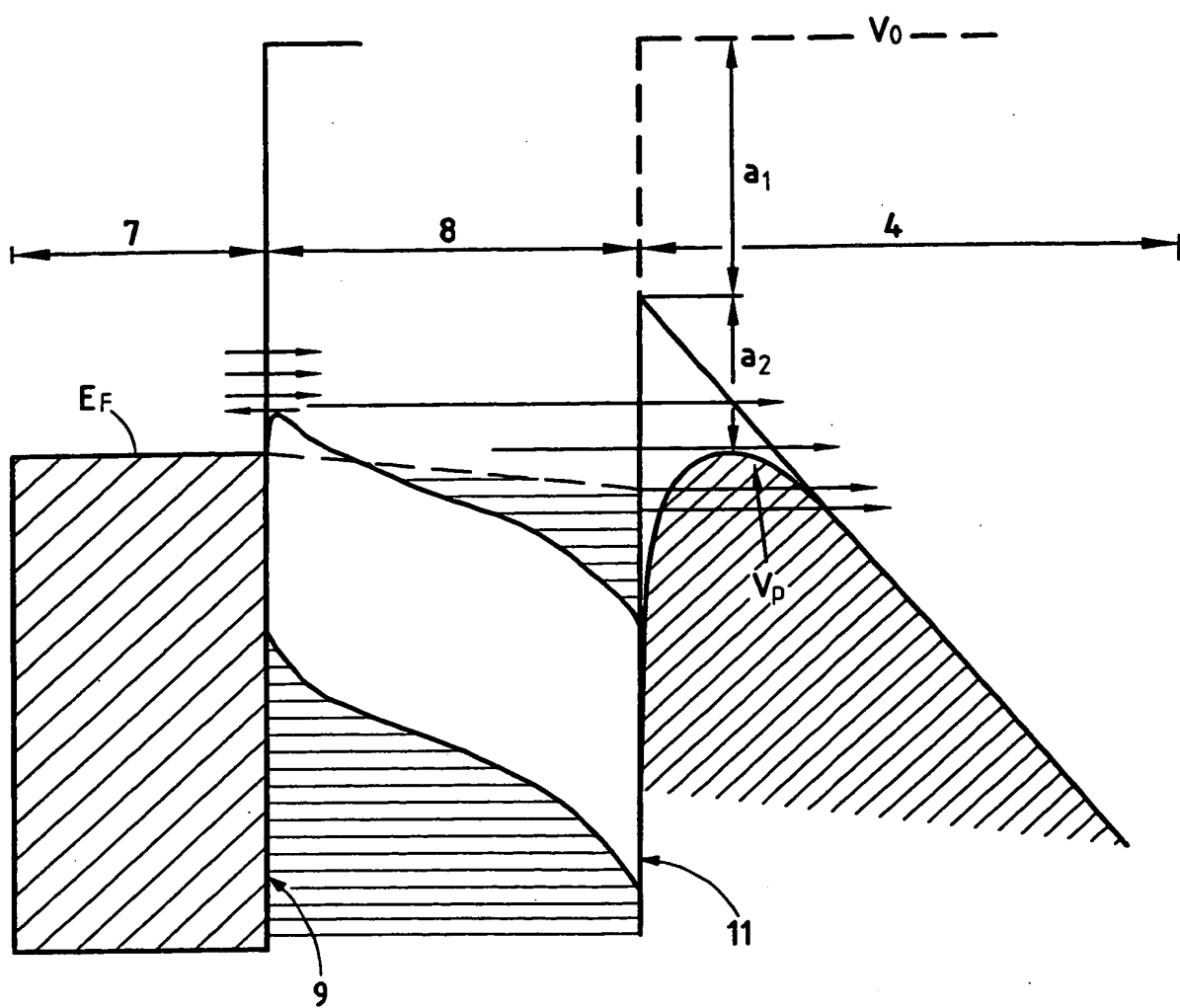


FIG.4

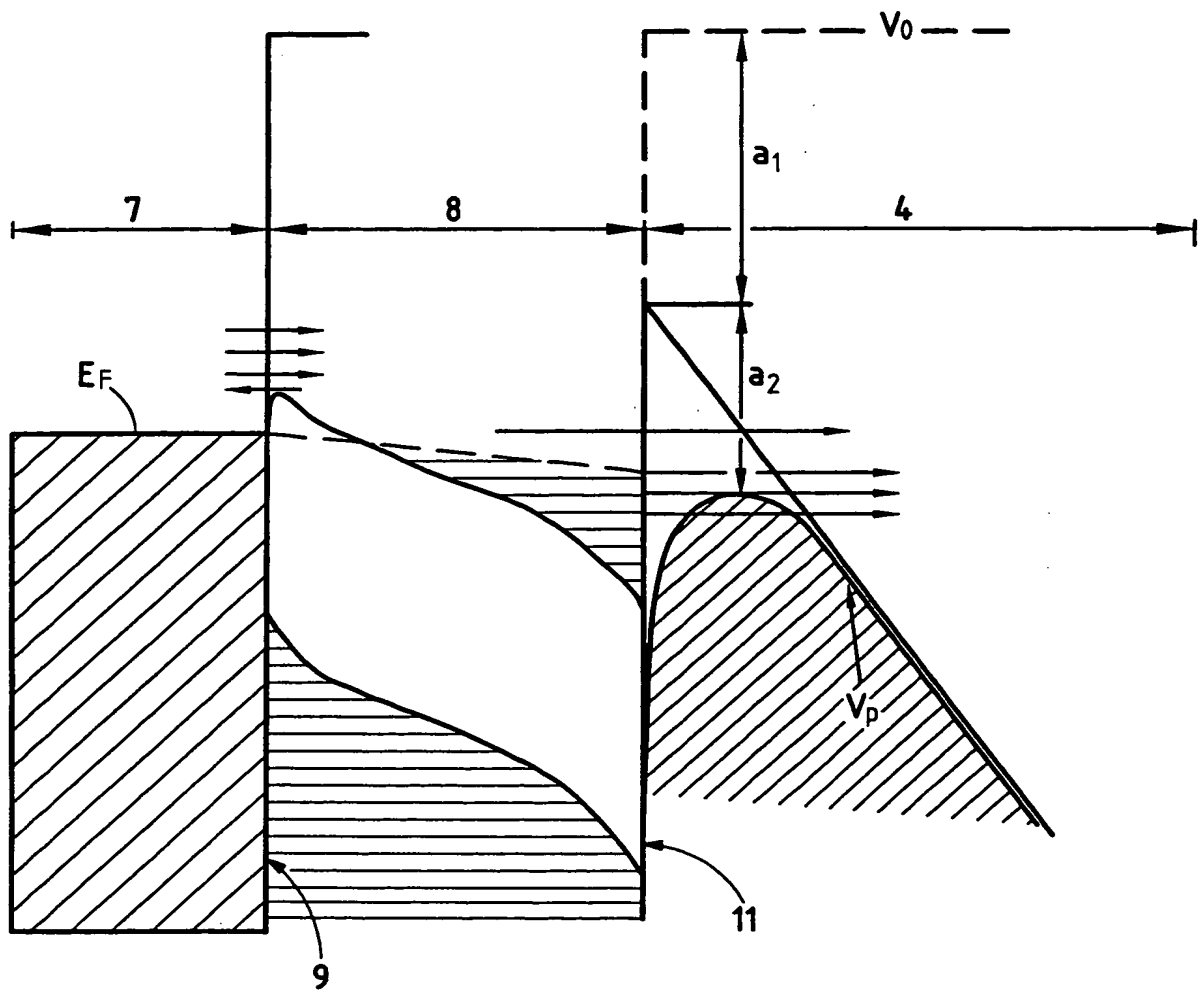


FIG.5

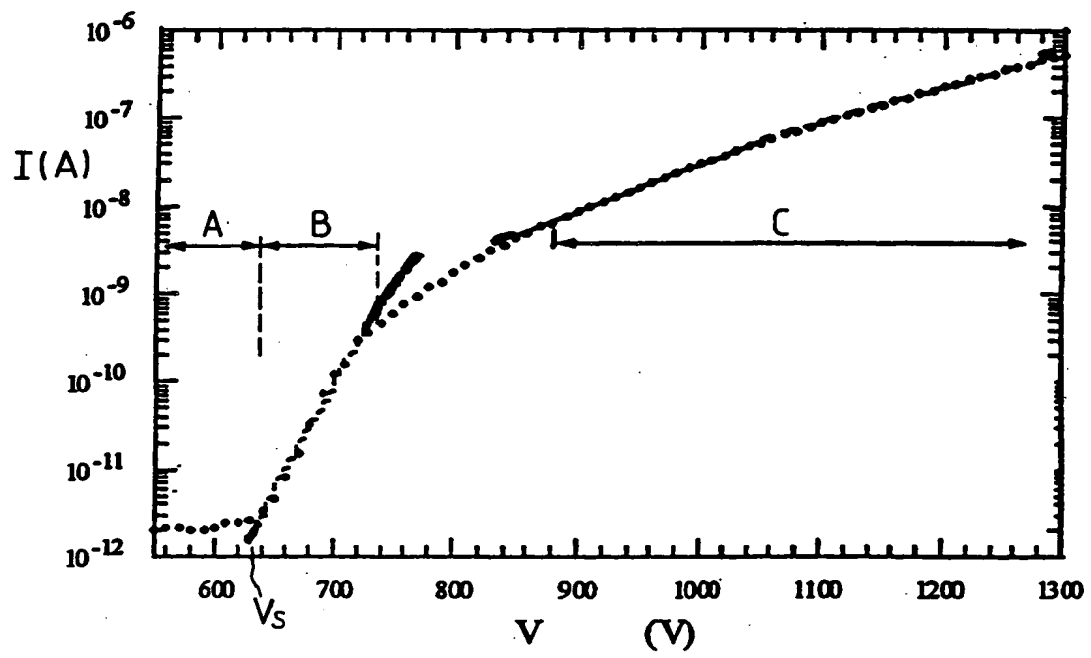


FIG.6

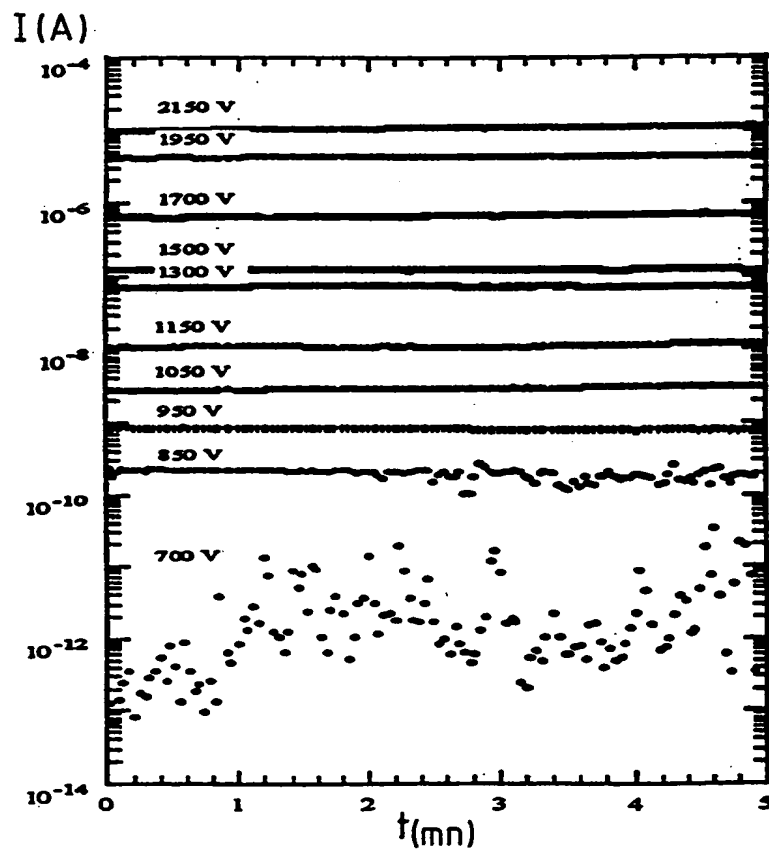


FIG.7

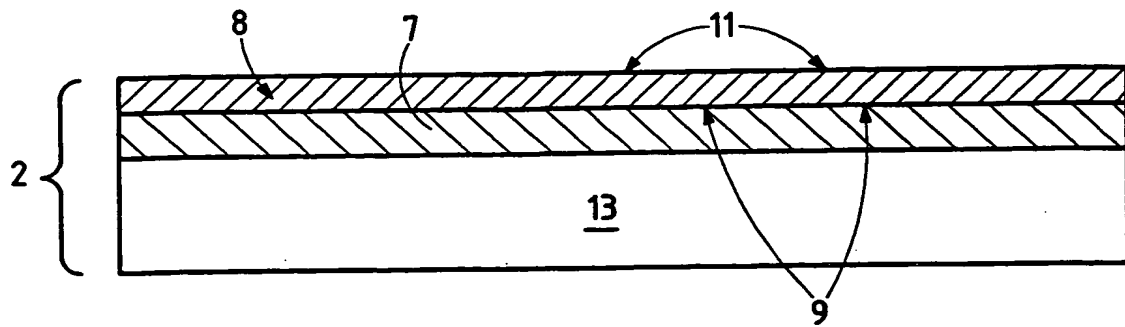


FIG. 8

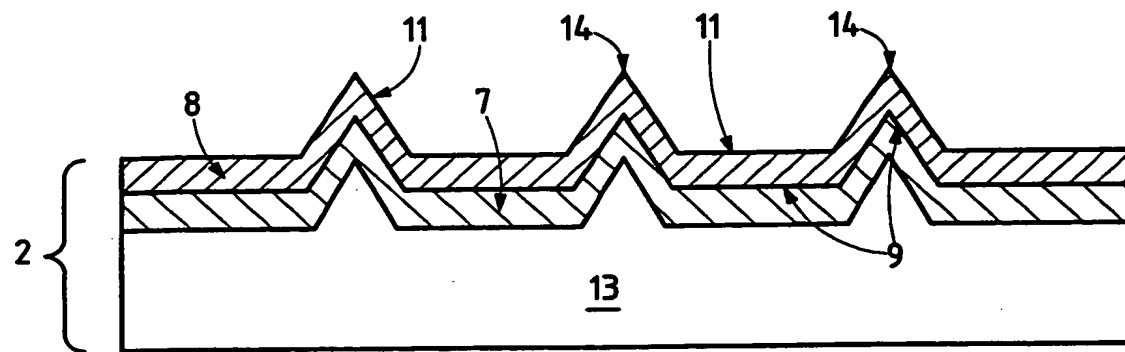


FIG. 9

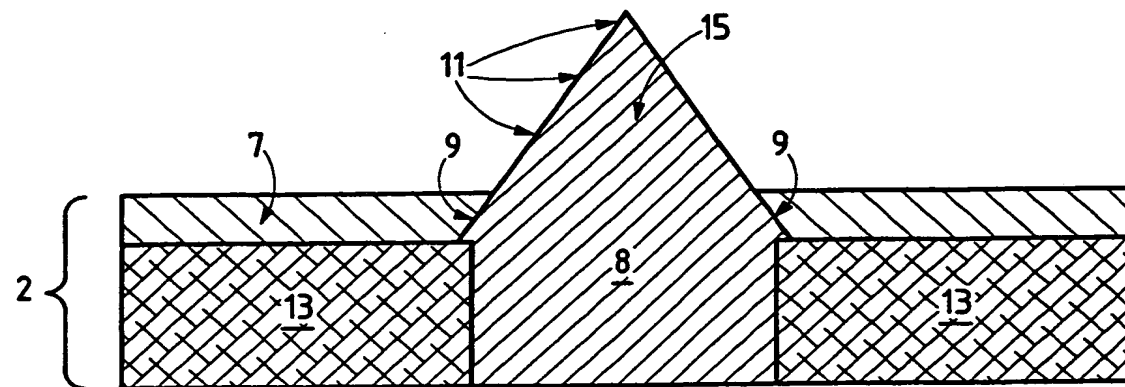


FIG. 10

THIS PAGE BLANK (USPTO)